

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/021200

International filing date: 14 November 2005 (14.11.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-333527
Filing date: 17 November 2004 (17.11.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 09 December 2005 (09.12.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 1 月 1 7 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 3 3 5 2 7

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 3 3 3 5 2 7
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2 0 0 5 年 1 1 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	1042017
【提出日】	平成16年11月17日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H02K 19/10
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】	神谷 宗宏
【特許出願人】	
【識別番号】	000003207
【住所又は居所】	愛知県豊田市トヨタ町1番地
【氏名又は名称】	トヨタ自動車株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100064746
【弁理士】	
【氏名又は名称】	深見 久郎
【選任した代理人】	
【識別番号】	100085132
【弁理士】	
【氏名又は名称】	森田 俊雄
【選任した代理人】	
【識別番号】	100112715
【弁理士】	
【氏名又は名称】	松山 隆夫
【選任した代理人】	
【識別番号】	100112852
【弁理士】	
【氏名又は名称】	武藤 正
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	008268
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	0209333

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

出力軸の回転方向として順方向とトルクリプルが前記順方向より小さな逆方向とを有する構造の回転電機と、

前記出力軸の順方向の回転に応じて車両を前進させる方向に回転する回転軸とを備える、車両駆動システム。

【請求項 2】

前記回転電機は、
ステータと、

前記順方向回転よりも前記逆方向回転ではトルクリプルが小さい形状を有するロータを含む、請求項 1 に記載の車両駆動システム。

【請求項 3】

前記ロータは、複数の突極部を有し、

前記複数の突極部の各先端部は、前記順方向側の角と比較して逆方向側の角により大きな欠損部を有する、請求項 2 に記載の車両駆動システム。

【請求項 4】

直流電源と、

前記直流電源と前記回転電機との間の電流授受経路上に配置されるインバータと、

前記モータから回転情報を得て前記インバータを制御する制御装置とをさらに備え、

前記制御装置は、加速指示に応じて前記ロータに前記順方向のトルクが発生し前記回転電機が力行運転を行ない、減速指示に応じて前記ロータに前記逆方向のトルクが発生し前記回転電機が回生運転を行なうように前記インバータを制御する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の車両駆動システム。

【請求項 5】

直流電源と、

前記直流電源と前記回転電機との間の電流授受経路上に配置されるインバータと、

前記モータから回転情報を得て前記インバータを制御する制御装置とをさらに備え、

前記制御装置は、前記回転電機に力行運転をさせて車両を前進させる場合の一部の回転域において前記回転電機のトルクリプルを減じるように前記回転情報に応じた補償電流を流すように前記インバータに指示する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の車両駆動システム。

【請求項 6】

前記一部の回転域は、前記車両のクリープ走行域に対応する回転域である、請求項 5 に記載の車両駆動システム。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の車両駆動システムと、

前記回転軸に接続された車輪とを備える車両。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両駆動システムおよびそれを備える車両

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両駆動システムおよびそれを備える車両に関し、特に、回転電機を含む車両駆動システムおよびそれを備える車両に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電気自動車やハイブリッド自動車等の駆動用モータとして、小型で効率の良いモータが求められている。このため、同期リラクタンスモータや埋込磁石同期モータなどさまざまなモータの研究がなされている。

【0003】

しかしながらリラクタンスモータは、比較的大きなトルクリプルを発生し、駆動用のモータとして用いると、騒音や振動が大きいという問題がある。モータの騒音や振動は、トルクリプルと関係があると考えられている。

【0004】

このようなリラクタンスモータのトルクリプルを低減させる技術が特開2000-152577号公報（特許文献1）に開示されている。この技術では、トルクリプルを低減するために、ロータ突極の先端面にアールをつけることで、電機子巻線のインダクタンスの変化を正弦波状にする。

【特許文献1】 特開2000-152577号公報

【特許文献2】 特開2001-238417号公報

【特許文献3】 特開2001-186693号公報

【特許文献4】 特開平9-285086号公報

【特許文献5】 特表2003-504996号公報

【特許文献6】 特開平11-308828号公報

【特許文献7】 特開平1-122355号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特開2000-152577号公報に開示されたように、モータのロータ突極を左右対称構造にしてトルクリプル対策を行なうと、平均トルクが低下してしまう。このため大きなトルクを得るためには、ロータ径を大きくせねばならず、モータの小型化の妨げになる。

【0006】

この発明は、小型かつ高出力で、トルクリプルが低減された車両駆動システムおよびそれを備える車両を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明は、要約すると、車両駆動システムであって、出力軸の回転方向として順方向とトルクリプルが順方向より小さな逆方向とを有する構造の回転電機と、出力軸の順方向の回転に応じて車両を前進させる方向に回転する回転軸とを備える。

【0008】

好ましくは、回転電機は、ステータと、順方向回転よりも逆方向回転ではトルクリプルが小さい形状を有するロータとを含む。

【0009】

より好ましくは、ロータは、複数の突極部を有し、複数の突極部の各先端部は、順方向側の角と比較して逆方向側の角により大きな欠損部を有する。

【0010】

好ましくは、車両駆動システムは、直流電源と、直流電源と回転電機との間の電流授受

経路上に配置されるインバータと、モータから回転情報を得てインバータを制御する制御装置とをさらに備える。制御装置は、加速指示に応じてロータに順方向のトルクが発生し回転電機が力行運転を行ない、減速指示に応じてロータに逆方向のトルクが発生し回転電機が回生運転を行なうようにインバータを制御する。

【0011】

好ましくは、車両駆動システムは、直流電源と、直流電源と回転電機との間の電流授受経路上に配置されるインバータと、モータから回転情報を得てインバータを制御する制御装置とをさらに備える。制御装置は、回転電機に力行運転をさせて車両を前進させる場合の一部の回転域において回転電機のトルクリプルを減じるように回転情報に応じた補償電流を流すようにインバータに指示する。

【0012】

より好ましくは、一部の回転域は、車両のクリープ走行域に対応する回転域である。

【0013】

この発明の他の局面に従うと、車両であって、上記いずれかの車両駆動システムと、回転軸に接続された車輪とを備える。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、運転者が特に気になる回生運転時の騒音をトルクリプルを減じることで低減できる。

【0015】

また、好ましくは補償電流制御と組合せることで力行運転を行なったときのトルクリプルも低減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳しく説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0017】

図1は、本発明の車両駆動システムに用いられる回転電機1の形状を示す断面図である。

【0018】

図1を参照して、回転電機1はステータ2と、ロータ3とを含む。

【0019】

ステータ2およびロータ3の各々は、積層された電磁鋼板で形成されている。ロータ3の中心部分には、電磁鋼板の中心を貫通する回転軸4が設けられている。回転電機1は、車両を駆動する力行運転をする時にはモータとして動作し、回生運転をして車両に制動をかけるときには発電機として動作する。

【0020】

ロータ3は2対の突極が形成された4極のロータである。各突極の先端は左右非対称な形状となっており、片側のみ切欠き、つまり欠損部が設けられている。この切欠きの効果により、モータとして回転するときにはトルクリプルの大きい回転方向R1とトルクリプルの小さい回転方向R2とが生ずる。

【0021】

本発明においては、トルクリプルの大きい回転方向R1にモータを回転させると車両が前進するように回転電機1を車両に設置する。

【0022】

図2は、図1における破線で囲った部分5付近を拡大して示した図である。

【0023】

図2を参照して、ロータ3には突極部12が設けられる。ステータ2は、ステータヨーク13と、ステータヨーク13に接続されているステータコア14、16と、ステータコア14に巻回されているコイル18と、ステータコア16に巻回されているコイル20と

を含む。

【 0 0 2 4 】

図 3 は、図 2 におけるロータの突極部 1 2 を拡大して示した図である。

【 0 0 2 5 】

図 2 を参照して、車両前進時のロータ回転方向と逆側の突極部 1 2 の角に切欠きを設けている。切欠きは、突極部の側壁を長さ d だけ中心に向かった点から側壁に対して θ_k の角度で切欠いている。突極部 1 2 の中心軸すなわちロータの回転中心から突極部 1 2 の先端の中央を結ぶ軸に対して、突極部 1 2 は左右非対称な形状となっている。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、突極と励磁されたステータのコイルの位置関係を示した図である。

【 0 0 2 7 】

図 5 は、ロータに発生するトルクの大きさを説明するための図である。

【 0 0 2 8 】

図 4、図 5 を参照して、 d 軸から q 軸に向かう電気角 θ とトルク T との関係は、左右対称の突極形状のロータの場合は波形 W_2 となるが、図 4 に示すような非対称の突極の場合は波形 W_1 のように d 軸寄りにずれる。突極の切欠いた部分を引き付ける力と隣接する突極の切欠きが無い部分を引き付ける力のバランスが変化するからである。

【 0 0 2 9 】

一方ロータに切欠きを設けると、励磁された磁極に引き付けられる鉄心が切欠きの分減るためトルク自身は低下すると考えられる。したがって切欠きを設けるとトルクは低下するがトルクリプルは改善される。

【 0 0 3 0 】

図 6 は、本発明に用いられる回転電機の最大出力制御を行なった場合の運転特性を示した図である。

【 0 0 3 1 】

図 6 を参照して、第 I 象限は回転数が正でかつトルクも正の運転状態、第 I I 象限は回転数が負でトルクが正の運転状態、第 I I I 象限は回転数が負でかつトルクも負の運転状態、第 I V 象限は回転数は正でトルクが負の運転状態である。

【 0 0 3 2 】

つまり、第 I 象限は車両前進時の力行運転を示し、第 I I 象限は車両後退時の力行運転を示し、第 I I I 象限は車両後退時の回生運転を示し、第 I V 象限は車両前進時の回生運転を示す。ロータの回転は互いに逆であるがロータに生ずるトルクの向きは同じであることから第 I 象限と第 I I I 象限とは対称な形であり、同様に第 I I 象限と第 I V 象限とは対称な形である。

【 0 0 3 3 】

なお回転数は、図 1 における R_1 方向を正とし、 R_2 方向は負としている。図 6 において、第 I 象限すなわち力行運転時には、トルクリプルは大きい、トルクの最大出力曲線は回生時よりも増大する。

【 0 0 3 4 】

一方、第 I V 象限ではトルクリプルが小さくなって改善されているが、その分トルクは小さくなってしまう。

【 0 0 3 5 】

図 7 は、突極に切欠きを設けた場合のトルクリプルの改善を説明するための図である。

【 0 0 3 6 】

図 7 を参照して、切欠きを設けないと、破線で示した波形 W_5 のようにトルクリプルが大きい、先端部に切欠きを設けるとトルクリプルは波形 W_6 に示すように小さくなる。図 6 の第 I I、第 I V 象限においては切欠きを設けた効果によりトルクリプルが低減される。

【 0 0 3 7 】

図 8 は、先端部に切欠きを設ける前後におけるトルクリプル率の変化を示した図である。

【 0 0 3 8 】

図 8 に示すように、トルクリプル対策前すなわちロータの突極先端部に切欠きがない場合においては、トルクリプル率は回生正転および力行正転ともに 6 7 % であったが、ロータ突極の先端部の片側に図 3 に示す切欠きを設けた場合には、トルクリプル率は回生正転すなわち図 6 の第 I 象限の場合は 2 3 % と低下する。一方で、力行正転時すなわち図 6 の第 I V 象限ではトルクリプル率は 8 0 % と増大している。

【 0 0 3 9 】

図 9 は、本発明の車両駆動システムの騒音レベルの実測例を示した図である。

【 0 0 4 0 】

図 9 を参照して、ロータ突極を非対称にすることで、力行正転を行なった場合の騒音レベルを示すのがグラフ X 1 であり、回生正転を行なったときの騒音レベルを示すのがグラフ X 2 である。騒音レベルは、トルクリプルが大きいほど大きくなり、トルクリプルが小さいほど騒音レベルは小さくなると考えられる。

【 0 0 4 1 】

図 9 からわかるように、グラフ X 1 よりグラフ X 2 のほうが騒音レベルが下になっている。特に回転数が 2 5 0 0 ~ 3 0 0 0 r p m の領域はよく回生制動に使用される領域であり、この部分の騒音は特に運転者が気になる騒音であったので騒音の低下が期待できる。つまり、車両の運転中では、図 9 の C で示す領域が回生制動時に使用される。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 は、本発明の車両駆動システム 1 0 0 の構成を示す図である。

【 0 0 4 3 】

図 1 0 を参照して、車両駆動システム 1 0 0 は、バッテリー 3 8 と、バッテリー 3 8 から力行運転時にはエネルギーを受けまた回生運転時にはバッテリーにエネルギーを戻す三相インバータ 3 6 と、三相インバータ 3 6 によって U 相、V 相、W 相のコイルに対する電流電圧の制御が行なわれる回転電機 1 とを含む。三相インバータ 3 6 は、図示しないが I G B T 等のパワー半導体素子を含む。

【 0 0 4 4 】

車両駆動システム 1 0 0 は、さらに、運転者のアクセル位置を検出するアクセルポジションセンサ 4 1 と、モータから回転情報 P を受けアクセルポジションセンサ 4 1 の出力に応じて三相インバータ 3 6 を制御するコントローラ 4 0 とを含む。コントローラ 4 0 は、図示しないが、C P U、R O M、R A M 等を含む。

【 0 0 4 5 】

車両駆動システム 1 0 0 は、さらに、モータの出力軸 4 4 に接続される減速機 3 4 と、減速機 3 4 の出力軸 4 2 に接続される車輪 3 2 とを含む。

【 0 0 4 6 】

図 1 1 は、コントローラ 4 0 が行なうトルクリプルの低減対策を説明するための図である。

【 0 0 4 7 】

図 1 0、図 1 1 を参照して、コントローラ 4 0 は、回転電機 1 から与えられる回転情報 P を受けてトルクリプルが発生する位相に対応して三相インバータ 3 6 に対して補償電流を流すように指示する。これによりトルクの山と谷はそれぞれ補償電流により平均化され、トルクリプルが生じている波形 W 3 が波形 W 4 のように改善される。

【 0 0 4 8 】

しかしながら、コントローラ 4 0 の能力は有限であるため、このような補償電流によるトルクリプル対策は、高速走行時には行なうことが困難である。

【 0 0 4 9 】

図 1 2 は、本発明の車両駆動システムのトルクリプル対策を説明するための図である。

【 0 0 5 0 】

図 1 2 を参照して、領域 A は、力行運転をしている場合の極低速でのクリープ走行時に

振動が問題となる領域である。

【0051】

この領域Aでは、モータ回転数は少なく、すなわち車両の速度は低い。補償電流を制御するコントローラ的能力は車速が低い場合には余裕があるので、トルク補償電流を流すことでトルクリプルを低減させることができる。図1～図3に示したロータの構造は領域Aでのトルクリプルを多少増大させるかも知れないが、増大分もトルク補償電流による対策で解消できる。したがって、力行運転ではロータ構造による平均トルクの低減をおこさずにトルクリプル対策を行なうことができる。

【0052】

力行運転をしている場合であってもモータ回転数が大きくなり、車速が大きくなると車両の重量に働く慣性によってトルクリプルは運転者にとってさほど気にならなくなる。

【0053】

一方、極低速時にはモータの回生制動よりも摩擦ブレーキにより車両に制動がかけられるので、モータの回生運転が行なわれる領域は回転数でいえば図9で説明したようにおよそ2500～3000rpmの領域である。この領域では慣性力が働くので低速時よりもトルクリプルは知覚されにくい、運転者は加速をしようとする力行運転時よりも減速をしようとする回生運転時のほうが騒音に敏感である。

【0054】

領域Bは、回生運転をする場合に制動時に回転電機からの騒音が問題となる領域である。この領域Bでは、モータ回転が高速であるのでトルク補償電流を流そうとするとコントローラが制御可能な周期より高速に処理が必要とされる。したがって、コントローラ的能力に照らすとトルク補償電流によるトルクリプル低減が困難であるので、領域Bではロータの構造によりトルクリプルを対策する。

【0055】

すなわち、本発明では、低速走行時には行なわれず高速走行時によく行なわれる回生運転に対しては、回転電機の構造によりトルクリプルの対策を行なう。一方、極低速走行時に運転者が騒音を気にする力行運転に対してはコントローラによって補償電流を流しトルクリプル対策を行なう。以上により、領域A、B両方の騒音、振動を低減させることが可能となる。

【0056】

なお、本実施の形態では、突極が4極である場合について例を挙げて説明したが突極は4極には限定されず、4極より少なくても良く、また4極よりもさらに多数の場合でもよい。

【0057】

また、本実施の形態では、リラクタンスモータについて例を挙げて説明したが、本願発明はロータまたはステータに永久磁石を埋め込んだ永久磁石式モータにも好適に適用することができる。永久磁石の埋め込み位置等を工夫することで、図3に示した切欠きを突極も設ける場合と同様な効果を得ることができ、そのモータに対して図12の領域Aに対しては補償電流によるトルクリプル対策を施せばよい。

【0058】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】 本発明の車両駆動システムに用いられる回転電機1の形状を示す断面図である。

【図2】 図1における破線で囲った部分5付近を拡大して示した図である。

【図3】 図2におけるロータの突極部12を拡大して示した図である。

【図４】突極と励磁されたステータのコイルの位置関係を示した図である。

【図５】ロータに発生するトルクの大きさを説明するための図である。

【図６】本発明に用いられる回転電機の最大出力制御を行なった場合の運転特性を示した図である。

【図７】突極に切欠きを設けた場合のトルクリプルの改善を説明するための図である。

【図８】先端部に切欠きを設ける前後におけるトルクリプル率の変化を示した図である。

【図９】本発明の車両駆動システムの騒音レベルの実測例を示した図である。

【図１０】本発明の車両駆動システム１００の構成を示す図である。

【図１１】コントローラ４０が行なうトルクリプルの低減対策を説明するための図である。

【図１２】本発明の車両駆動システムのトルクリプル対策を説明するための図である。

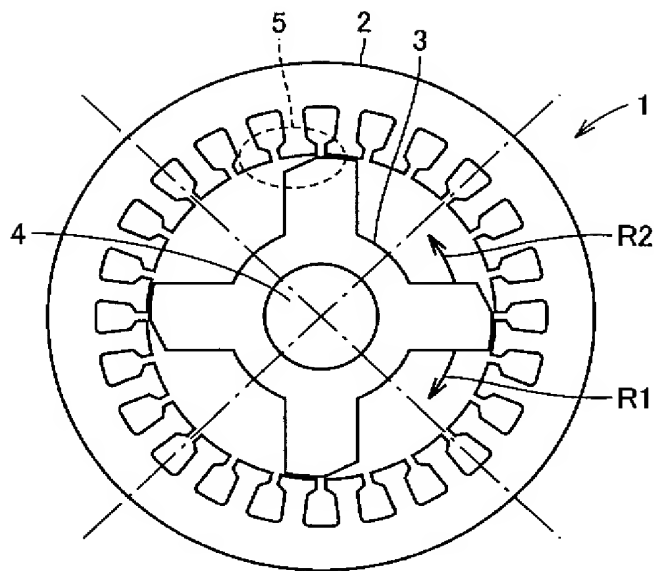
【符号の説明】

【００６０】

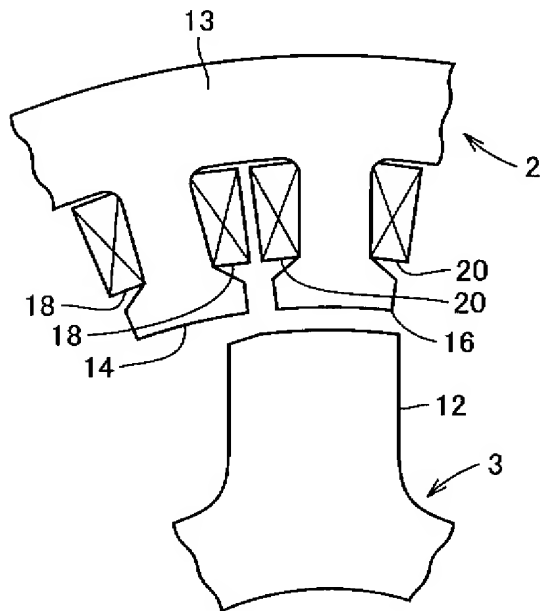
１ 回転電機、２ ステータ、３ ロータ、４ 回転軸、１２ 突極部、１３ ステータヨーク、１４，１６ ステータコア、１８，２０ コイル、３２ 車輪、３４ 減速機、３６ 三相インバータ、３８ バッテリ、４０ コントローラ、４１ アクセルポジションセンサ、４２，４４ 出力軸、１００ 車両駆動システム、Ａ，Ｂ 領域。

【書類名】 図面

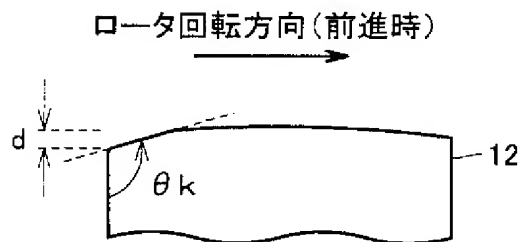
【図 1】



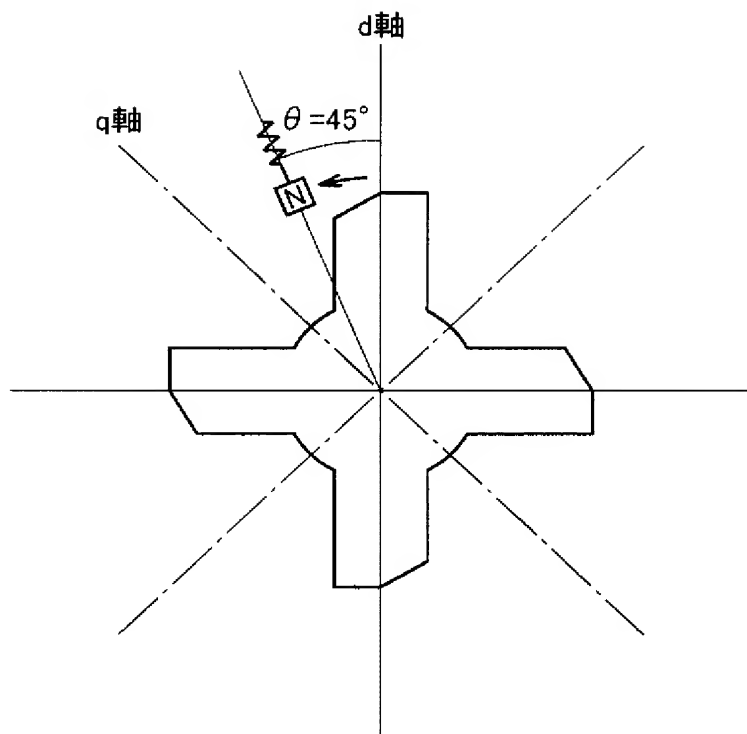
【図 2】



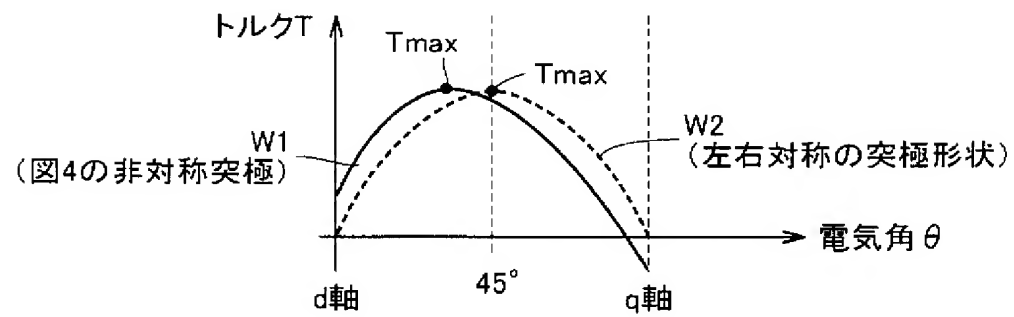
【図 3】



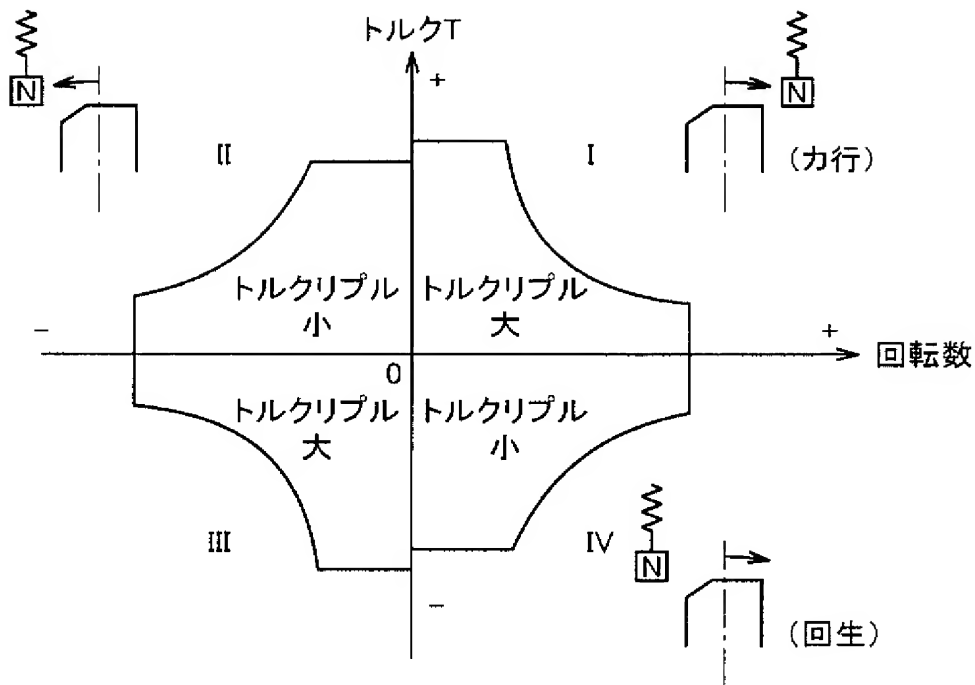
【図 4】



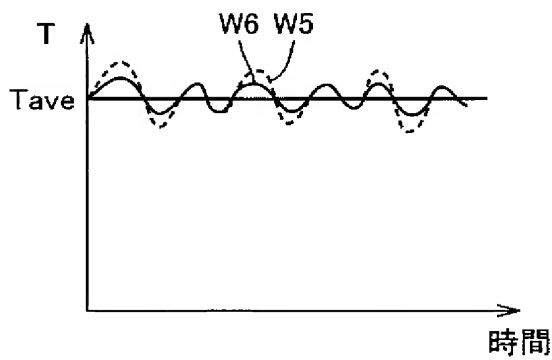
【図 5】



【図 6】



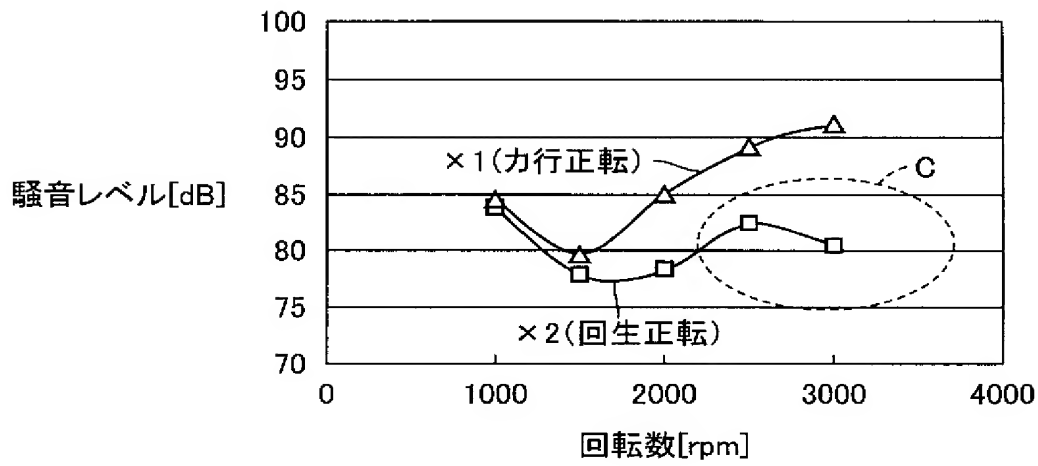
【図 7】



【図 8】

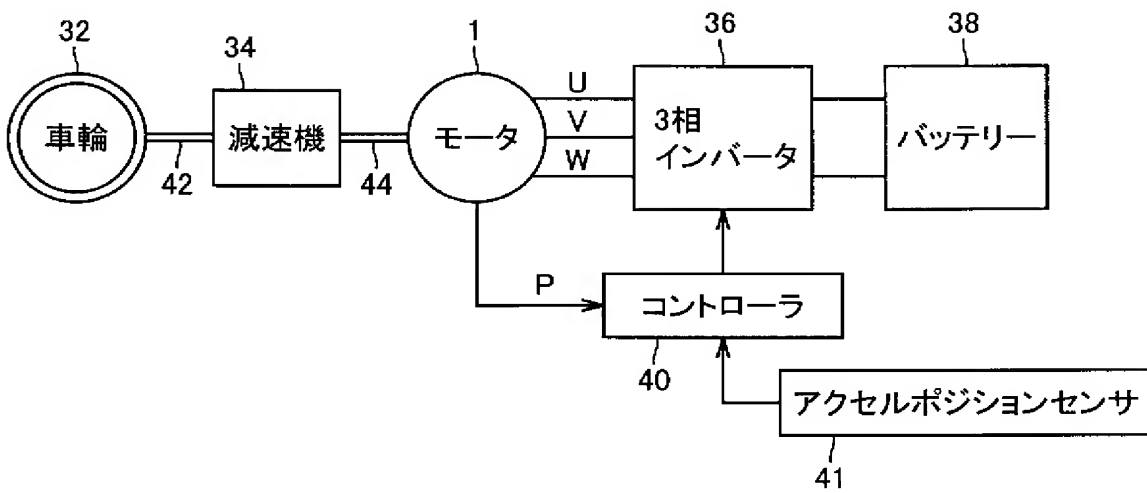
	トルクリプル率	
	回生正転	力行正転
トルクリプル対策前 (先端部切吹きなし)	67%	
トルクリプル対策後	23%	80%

【図 9】

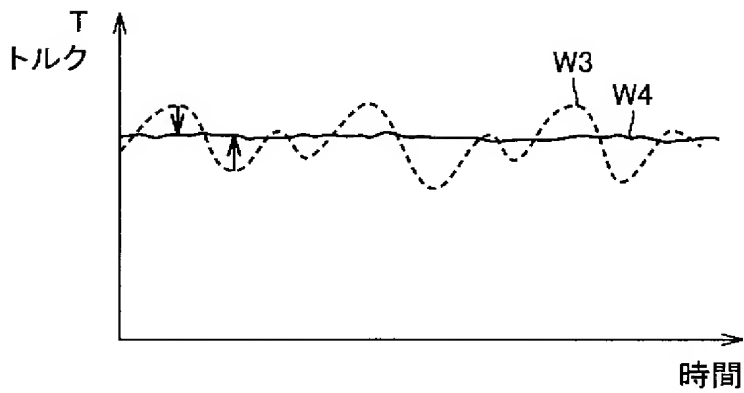


【図 10】

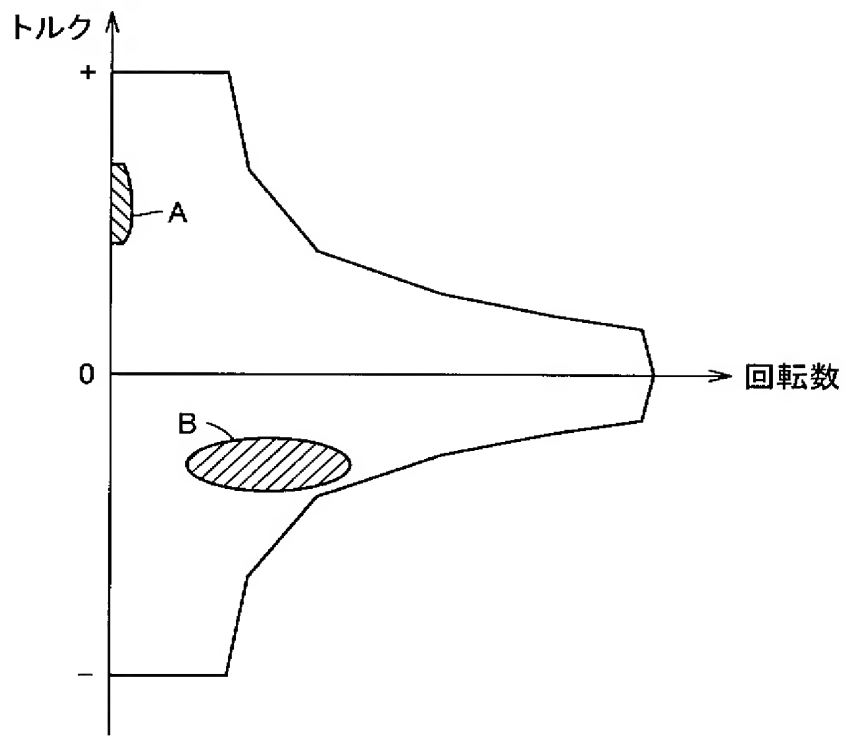
100



【図 11】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型かつ高出力で、トルクリプルが低減された車両駆動システムおよびそれを備える車両を提供する。

【解決手段】 回転電機 1 はステータ 2 と、ロータ 3 とを含む。ロータ 3 の突極部の先端を左右非対称に切り欠きを設ける。切り欠きの効果により、回生運転時のトルクリプルが低減される。運転者が騒音に対して力行運転時よりも敏感で、低速走行時には行なわれず高速走行時によく行なわれる回生運転に対しては、回転電機の構造によりトルクリプルの対策を行なう。好ましくは極低速走行時に運転者が騒音を気にする力行運転に対してはコントローラによって補償電流を流しトルクリプル対策を行なう。

【選択図】 図 1

出願人履歴

0 0 0 0 0 3 2 0 7

19900827

新規登録

5 0 1 3 2 4 7 8 6

愛知県豊田市トヨタ町1番地

トヨタ自動車株式会社